

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **05152250 A**

(43) Date of publication of application: **18 . 06 . 93**

(51) Int. Cl

**H01L 21/285**

**H01L 21/28**

**H01L 21/283**

(21) Application number: **03335477**

(71) Applicant: **SONY CORP**

(22) Date of filing: **26 . 11 . 91**

(72) Inventor: **MIYAMOTO TAKAAKI**

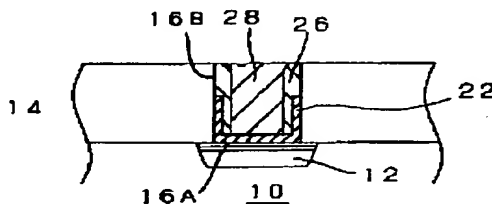
**(54) METHOD OF FORMING METAL PLUG**

**(57) Abstract**

**PURPOSE:** To provide a method of forming a void-free metal plug of tungsten in an opening by selective CVD.

**CONSTITUTION:** An opening is formed in an insulating layer 14, and a nucleus growth promoting layer 22 of conductor is formed at the bottom 16A of the opening. An insulating layer 26 for prohibiting the nucleus growth of a metal plug material 28 at the side wall 16B is applied to the side wall 16B. Then, the opening is selectively filled with the metal plug material.

**COPYRIGHT:** (C)1993,JPO&Japio



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-152250

(43)公開日 平成5年(1993)6月18日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 L 21/285  
21/28  
21/283

識別記号

3 0 1 R

庁内整理番号

7738-4M

A 7738-4M

D 7738-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平3-335477

(22)出願日 平成3年(1991)11月26日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 宮本 孝章

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

(74)代理人 弁理士 高橋 光男

(54)【発明の名称】 メタルプラグの形成方法

(57)【要約】

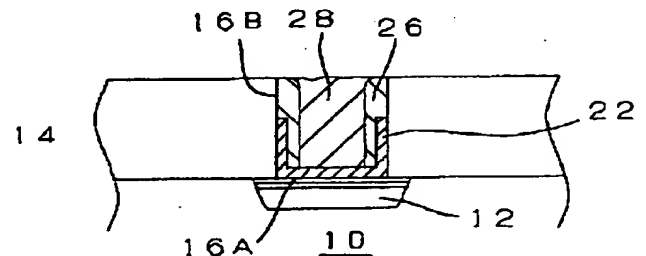
【目的】選択タングステンCVD法によって開口部内にタングステンから成るメタルプラグを形成したとき、メタルプラグにボイドが発生しない新規のメタルプラグ形成方法を提供する。

【構成】本発明の方法は、

(イ)層間絶縁層14に開口部を形成した後、導体材料から成る核成長促進層22を該開口部の底部16Aに形成する工程と、

(ロ)絶縁材料から成り、開口部の側壁16Bにおけるメタルプラグ材料28の核成長を抑止するための核成長抑止層26を、開口部の側壁16Bに形成する工程と、

(ハ)開口部をメタルプラグ材料28で選択的に埋め込む工程、  
から成る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 (イ) 層間絶縁層に開口部を形成した後、導体材料から成る核成長促進層を該開口部の底部に形成する工程と、

(ロ) 絶縁材料から成り、開口部の側壁におけるメタルプラグ材料の核成長を抑止するための核成長抑止層を、開口部の側壁に形成する工程と、

(ハ) 開口部をメタルプラグ材料で選択的に埋め込む工程、

から成ることを特徴とするメタルプラグの形成方法。

【請求項2】 (イ) 層間絶縁層に開口部を形成した後、該層間絶縁層の表面、及び開口部の底部並びに側壁に、導体材料から成る核成長促進層を形成する工程と、

(ロ) 絶縁材料から成り、開口部の側壁におけるメタルプラグ材料の核成長を抑止するための核成長抑止層を、前記核成長促進層上に形成する工程と、

(ハ) 前記核成長抑止層及び核成長促進層を除去して、開口部の底部、及び開口部の側壁の少なくとも一部分にかかる核成長抑止層及び核成長促進層を残す工程と、

(ニ) 開口部の底部の核成長抑止層を除去する工程と、

(ホ) 開口部をメタルプラグ材料で選択的に埋め込む工程、

から成ることを特徴とするメタルプラグの形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体装置のコンタクトホールあるいはビアホール内にメタルプラグを形成する方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 超LSIにおいて、微細な開口部を配線材料で埋め込み、コンタクトホールあるいはビアホール（以下、単に接続孔ともいう）を形成する技術として、タングステンCVD法が注目されている。タングステンCVD法は、従来のタングステンスパッタ法と比較し、優れたステップカバレッジ及び埋め込み能力を有する。タングステンCVD法では、例えば $WF_6$ ガス/ $SiH_4$ ガス及び $H_2$ ガスが使用され、 $SiH_4$ 及び $H_2$ によって $WF_6$ が還元され、タングステンが開口部内に堆積する。

【0003】 タングステンCVD法には、ブランケットタングステンCVD法と、選択タングステンCVD法がある。ブランケットタングステンCVD法では、半導体基板表面に層間絶縁層を形成し、かかる層間絶縁層に開口部を設ける。そして、層間絶縁層の表面及び開口部内にCVD法にてタングステンを堆積させた後、エッチバックによって開口部内にのみタングステンを残す。これによって開口部内にタングステンから成るメタルプラグが形成され、接続孔が完成する。選択タングステンCVD法（以下、選択W-CVD法ともいう）は、タングステンが絶縁膜表面では成長し難いことを応用し、CVD

法にて選択的に開口部内にのみタングステンを成長させ、これによって開口部内にタングステンから成るメタルプラグを形成し、接続孔を完成させる方法である。

【0004】 現状の選択W-CVD法では、選択性の維持が困難である。また、深さの異なる開口部に同時にタングステンを埋め込むことが困難である。そのため、半導体装置の量産技術として、プロセス的には複雑であるが、ブランケットタングステンCVD法が主に採用されている。選択W-CVD法は上記のような問題があるものの、プロセス的にはブレイクスルーの大きな技術であり、16M、64MのDRAMにおける埋め込み技術の第一候補と考えられている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 アルミニウムから成る配線層上にCVD法にてタングステンを形成する場合、 $WF_6$ ガスの還元時発生するフッ素（F）がアルミニウムと反応し、 $AlF_3$ がアルミニウム配線層上に生成する。この $AlF_3$ は絶縁性を有するため、コンタクト抵抗が増加するという問題がある。

【0006】 コンタクト抵抗の低減のために、チタンシリサイド（ $TiSi_x$ ）化された拡散層12上の開口部16の埋め込み技術に、選択W-CVD法を適用することが強く望まれている。ところが、 $TiSi_x$ 上、あるいは $TiSi_x$ 上に自己整合的に形成されたチタンナイトライド（ $TiN$ ）上に、タングステンを直接堆積させてタングステンプラグ44を形成すると、以下の問題が発生する。即ち、図7に示すように、 $WF_6$ が還元されるとき発生するフッ素と、下地34の $TiSi_x$ あるいは $TiN$ のチタン（Ti）とが反応して、下地34とタングステンプラグ44との界面に不揮発性の $TiF_3$ 36が形成される。その結果、コンタクト抵抗が著しく高くなる。尚、図7中、14は層間絶縁層である。

【0007】 400°C以上の条件にて成膜するブランケットタングステンCVD法においては、 $TiF_3$ は揮発性の $TiF_4$ に変化する。従って、下地である $TiSi_x$ あるいは $TiN$ とタングステンプラグとの界面には $TiF_3$ が存在しない。しかるに、選択W-CVD法では、タングステンを250～320°Cで成膜するため、 $TiF_3$ は $TiF_4$ に変化しない。従って、不揮発性のチタンフッ化物の生成を抑制することが、選択W-CVD法において最も重要な課題となっている。

【0008】 チタンタングステン（ $TiW$ ）膜は、 $WF_6$ ガスと接触してもフッ化物を生じない。しかも、かかる $TiW$ 膜上には、CVDの初期段階においてタングステンの核が容易に発生する。このような $TiW$ 膜を開口部内にのみ形成し、かかる開口部を選択W-CVD法にてタングステンで埋め込む方法が、例えば、D. R. Bradbury らによって提案されている（"A Selective CVD Tungsten Plug Process as An Alternative to Blanket Tungsten For First Level Contacts", Tungsten And Adv

anced Metals For ULSI Applications, 1990, ppl25-130 参照)。

【0009】図8及び図9に基づき、この方法を説明する。この方法においては、半導体基板10の表面に層間絶縁層14を形成する。そして予めTiN/TiSi<sub>x</sub>化された拡散層12上に位置する層間絶縁層14に開口部16を形成した後、TiW膜38を層間絶縁層14及び開口部16内に成長させ(図8の(A)参照)、その後、レジスト18を塗布し、開口部16をレジスト18にて埋め込む(図8の(B)参照)。次に、レジスト18、TiW膜38を順次エッチバックし、開口部16のみにTiW膜38を残し(図8の(C)参照)、その後開口部内のレジストを除去する(図9の(A)参照)。次いで、選択W-CVD法にて開口部16をタングステン42で埋め込み(図9の(B)参照)、これによって開口部内にタングステンプラグを形成し、接続孔を完成させる。この方法では、選択W-CVD法によってタングステン42で開口部16を埋め込むとき、TiW膜38とタングステン42との界面にはチタンフッ化物が形成されない。従って、低コンタクト抵抗が得られる。

【0010】しかしながら、この方法では、開口部の側壁16Bにタングステンの核形成源となるTiW膜38が残存している(図9の(A)参照)。また、レジストのエッチバック時に生成するレジスト残りが開口部の側壁16Bに付着する場合がある(図9には図示せず)。そのため、開口部の底部16Aのみならず開口部の側壁16B上に存在するTiW膜あるいはレジスト残りからもタングステンが成長し始める。その結果、タングステンによって開口部16を埋め込んだとき、開口部の中心部のタングステンにはボイド40が形成されてしまう。この状態の断面図を図9の(B)に示す。また、開口部16の平面図を図9の(C)に示す。

【0011】このようなタングステンが埋め込まれた開口部上にアルミニウムによって配線層32を形成すると、タングステン42に形成されたボイド40によって、開口部中心部におけるアルミニウムの被覆性が劣化し(図10参照)、配線の断線原因となる。また、アルミニウムがタングステン42に形成されたボイド40中に侵入し、拡散層12と反応する虞れもある。

【0012】従って、本発明の目的は、選択タングステンCVD法によって開口部内にタングステンから成るメタルプラグを形成したとき、メタルプラグにボイドが発生しない新規のメタルプラグ形成方法を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記の目的は、本発明の第1の態様によれば、(イ)層間絶縁層に開口部を形成した後、導体材料から成る核成長促進層を該開口部の底部に形成する工程と、(ロ)絶縁材料から成り、開口部の側壁におけるメタルプラグ材料の核成長を抑止するた

めの核成長抑止層を、開口部の側壁に形成する工程と、

(ハ)開口部をメタルプラグ材料で選択的に埋め込む工程、から成ることを特徴とするメタルプラグの形成方法によって達成される。

【0014】上記の目的は、本発明の第2の態様によれば、(イ)層間絶縁層に開口部を形成した後、該層間絶縁層の表面、及び開口部の底部並びに側壁に、導体材料から成る核成長促進層を形成する工程と、(ロ)絶縁材料から成り、開口部の側壁におけるメタルプラグ材料の核成長を抑止するための核成長抑止層を、前記核成長促進層上に形成する工程と、(ハ)前記核成長抑止層及び核成長促進層を除去して、開口部の底部、及び開口部の側壁の少なくとも一部分にかかる核成長抑止層及び核成長促進層を残す工程と、(ニ)開口部の底部の核成長抑止層を除去する工程と、(ホ)開口部をメタルプラグ材料で選択的に埋め込む工程、から成ることを特徴とするメタルプラグの形成方法によって達成される。

【0015】本発明の第1及び第2の態様においては、導体材料として、例えば、タングステン、タングステンシリサイドを使用し、これらの導体材料から単層の核成長促進層を形成する。あるいは、タングステン(W)、タングステンシリサイド(WSi<sub>x</sub>)、チタン(Ti)、チタンシリサイド(TiSi<sub>x</sub>)、コバルトシリサイド(CoSi<sub>x</sub>)、白金シリサイド(PtSi<sub>x</sub>)、チタンタングステン(TiW)を使用することができる。この場合、チタンを含む導体材料から内層を構成し、タングステンあるいはタングステンシリサイドから外層を構成する複合層にて、核成長促進層を形成すればよい。

【0016】絶縁材料として、例えば、TEOSあるいはSiNを使用することができる。メタルプラグ材料として、タングステン、タングステンシリサイド、チタン、チタンシリサイドを使用することができる。

【0017】

【作用】本発明によれば、開口部の底部にのみ核成長促進層が形成され、開口部の側壁の全てあるいは殆どは核成長抑止層で被覆されている。それ故、開口部をメタルプラグ材料で選択的に埋め込むとき、メタルプラグ材料の核形成及び核成長は開口部の底部に形成された核成長促進層上にのみ生じ、開口部の側壁では生じない。それ故、メタルプラグ中のボイドの発生を効果的に防止することができる。

【0018】

【実施例】以下、図面を参照して本発明を実施例に基づき詳しく説明する。

【0019】(実施例-1)本発明の第1の態様に関する方法を、図1及び図2を参照して、実施例-1に基づき以下説明するが、この実施例においては、拡散層の上にコンタクトホールを形成する。尚、図1及び図2は各工程における半導体素子の模式的断面図である。

【0020】[工程-10] 予め、自己整合的にTiN (20nm)/TiSi<sub>x</sub> (50nm) 化 (チタンサリサイド化) された拡散層12上にSiO<sub>2</sub>から成る層間絶縁層14を堆積させ、アスペクト比1.3、0.6μm径の開口部16を形成する(図1の(A)参照)。図中、10は半導体基板である。尚、層間絶縁層14として、SiH<sub>4</sub>あるいはTEOSガスを用いてSiO<sub>2</sub>層を形成することができる。

【0021】[工程-20] 次に、導体材料20としてタングステンを使用し、かかる導体材料から成る核成長促進層22を開口部の底部16Aに形成する。この工程を、以下、工程-20A乃至工程-20Cで説明する。

【0022】[工程-20A] 先ず、層間絶縁層14上及び開口部16内部(底部並びに側壁)にタングステンから成る導体材料20をスパッタリングによって堆積させる。スパッタリングの条件は、例えば温度120°C、圧力0.13~2.7Pa、RFパワー2.5KWとすることができる。スパッタリングされる導体材料20の厚さは50乃至100nm程度であることが望ましい。その後、開口部16が十分埋め込まれるまで、層間絶縁層14上及び開口部16内にレジスト18を塗布する(図1の(B)参照)。尚、スパッタリングの代わりにCVD法によって、タングステンシリサイドから成る導体材料20を堆積させることもできる。この場合、CVDの条件は、例えば、SiH<sub>4</sub>/WF<sub>6</sub>=350/3sccm、温度360°C、圧力90Paとすることができる。

【0023】[工程-20B] 次いで、RFパワー1000W、O<sub>2</sub>プラズマエッチングによって、層間絶縁層上に塗布されたレジストが完全に除去され、しかも開口部内にレジストが概ね半分程度残るまで、レジスト18をエッチバックする(図1の(C)参照)。

【0024】[工程-20C] 次に、層間絶縁層14上及びレジストにて被覆されていない開口部の側壁16B上の、タングステンから成る導体材料20をエッチングする。導体材料20のエッチング条件を、例えば、圧力18Pa、RFパワー400W、使用ガスSF<sub>6</sub>/Ar=60/20sccmとすることができる。更に、O<sub>2</sub>プラズマエッチングにて開口部16内のレジストを除去する。

【0025】以上の工程によって、少なくとも開口部の底部16Aに、導体材料(本実施例においてはタングステン)20から成る核成長促進層22が形成される(図2の(A)参照)。この核成長促進層22が存在するので、CVD法によってメタルプラグ材料を堆積させるとき、メタルプラグ材料の核を核成長促進層22上に容易に形成することができる。

【0026】[工程-30] 次いで、絶縁材料から成り、開口部の側壁16Bにおけるメタルプラグ材料の核成長を抑止するための核成長抑止層26を、開口部の側

壁16Bに形成する。この工程を、以下に示す。

【0027】[工程-30A] 先ず、層間絶縁層14上、及び開口部16内部(開口部の底部並びに側壁)に、絶縁材料から成る絶縁層24を形成する(図2の(B)参照)。絶縁材料として、SiNあるいはTEOSを使用することができる。絶縁層24の形成はCVD法にて行うことができる。絶縁層の厚さは100nm程度であることが好ましい。

【0028】[工程-30B] 次に、異方性エッチングを行い、層間絶縁層14上及び開口部の底部16Aの絶縁層24を除去し、開口部の側壁16Bにのみ絶縁層24を残す。これによって、開口部の側壁16Bに、絶縁層24から成る核成長抑止層26が形成される(図2の(C)参照)。この核成長抑止層26が、開口部の側壁16Bにスパッタリングによって形成された導体材料20、あるいはレジスト18のエッチバックによって生成された副生成物を被覆する。それ故、CVD法によってメタルプラグ材料を堆積させるとき、開口部の側壁16Bからのメタルプラグ材料の核成長を抑止することができる。尚、異方性エッチング時生じた副生成物は、希フッ酸洗浄にて除去することが望ましい。

【0029】[工程-40] 次に、メタルプラグ材料28で開口部16をCVD法にて選択的に埋め込む(図3参照)。メタルプラグ材料28はタングステンから成る。CVDの条件は、例えば、WF<sub>6</sub>/SiH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub>/Ar=10/7/1000/10sccmとし、温度260°C、圧力26Paとすることができる。これによってコンタクトホールが完成される。

【0030】開口部の底部16Aには、スパッタリングによって導体材料20から成る核成長促進層22が形成されている。それ故、開口部の底部16Aは、例えばWF<sub>6</sub>と直接接触することがなく、不揮発性のチタンフッ化物が生成されることがない。しかも、メタルプラグ材料の核が、核成長促進層22上で容易に形成される。更には、開口部の側壁16Bは絶縁材料から成る成長抑止層26によって被覆されているので、メタルプラグ材料の核が開口部の側壁16Bから形成し始めることはない。

【0031】(実施例-2) 本発明の第1の態様に関する方法を、図4を参照して、実施例-2に基づき以下説明するが、この実施例においては、アルミニウム配線の接続のためのビアホールを形成する。尚、図4は工程の一部分における半導体素子の模式的断面図である。

【0032】[工程-110] A1-1%Siから成り厚さ5000オングストロームの第1の配線層30上にTEOSから成る層間絶縁層14をCVD法にて形成し、かかる層間絶縁層14を平坦化した後、第1の配線層30と、後の工程で形成される第2の配線層を接続するための開口部16を形成する(図4の(A)参照)。

【0033】[工程-120] 次に、導体材料としてタ

ングステンを使用し、かかる導体材料20から成る核成長促進層22を開口部の底部16Aに形成する。この工程は、実施例-1における工程-20と同様であるため、その詳細な説明は省略する。

【0034】[工程-130及び工程-140] 次いで、絶縁材料から成り、開口部の側壁におけるメタルプラグ材料の核成長を抑止するための核成長抑止層26を、開口部の側壁16Bに形成し、次いで開口部16をメタルプラグ材料28で選択的に埋め込む。これによってビアホールが完成する。これらの工程も、実施例-1における工程-30及び工程-40と同様であるため、その詳細な説明は省略する。こうして得られた半導体素子の模式的断面を図4の(B)に示す。

【0035】開口部の底部16Aにはスパッタリングによってタングステンから構成された導体材料から成る核成長促進層22が形成されている。それ故、アルミニウムから成る第1の配線層30は $WF_6$ と直接接触することがなく、 $AlF_3$ の形成を防止することができる。しかも、メタルプラグ材料の核が、核成長促進層22上で容易に形成される。更には、開口部の側壁16Bは絶縁材料から成る成長抑止層26で被覆されているので、メタルプラグ材料の核が開口部の側壁16Bから形成し始めることはない。

【0036】(実施例-3) 本発明の第2の態様に関する方法を、図5及び図6を参照して、実施例-3に基づき以下説明するが、この実施例においては、拡散層の上にコンタクトホールを形成する。尚、図5及び図6は各工程における半導体素子の模式的断面図である。

【0037】[工程-210] 予め、自己整合的にTiN(20nm)/ $TiSi_x$ (50nm)化(チタンサリサイド化)された拡散層12上に層間絶縁層14を堆積させ、アスペクト比1.3、0.6 $\mu m$ 径の開口部16を開口する(図5の(A)参照)。

【0038】[工程-220] 次いで、導体材料としてタングステンを使用し、かかる導体材料から成る核成長促進層22を、層間絶縁層14の表面及び開口部の底部並びに側壁に形成する。このためには、層間絶縁層14上及び開口部16内部(底部並びに側壁)にタングステンから成る導体材料をスパッタリングによって堆積させればよい。これによって、核成長促進層22が形成される。スパッタリングの条件は、例えば温度120°C、圧力0.13~2.7Pa、RFパワー2.5KWとすることができる。スパッタリングされるタングステンの厚さは50乃至100nm程度であることが望ましい。

【0039】[工程-230] 次いで、絶縁材料から成り、開口部の側壁におけるメタルプラグ材料の核成長を抑止するための核成長抑止層26を核成長促進層22上に形成する。即ち、層間絶縁層14上及び開口部16内部(開口部の底部並びに側壁)に形成された核成長促進層22の上に、絶縁材料から成る核成長抑止層26を形

成する(図5の(B)参照)。絶縁材料として、SiNあるいはTEOSを使用することができる。核成長抑止層26の形成はCVD法にて行うことができる。核成長抑止層26の厚さは100nm程度であることが好ましい。

【0040】[工程-240] 次に、核成長抑止層22及び核成長促進層26を除去して、開口部の底部16A及び側壁16Bの少なくとも一部分に、かかる核成長抑止層26及び核成長促進層22を残す。この工程を、以下、工程-240A乃至工程-240Cにて説明する。

【0041】[工程-240A] 先ず、開口部16が十分埋め込まれるまで、核成長抑止層26上及び開口部16内にレジスト18を塗布する(図5の(C)参照)。

【0042】[工程-240B] 次いで、RFパワー1000W、 $O_2$ プラズマエッチングによって、核成長抑止層上に塗布されたレジストが完全に除去され、しかも開口部内にレジスト18が残存するように、レジストをエッチバックする(図6の(A)参照)。

【0043】[工程-240C] 次に、レジストが除去された核成長抑止層26及び核成長促進層22、即ち、層間絶縁層14上のこれらの層をエッチングにて除去する。開口部の底部16A、及び開口部の側壁16Bの少なくとも一部分には、核成長抑止層26及び核成長促進層22が残される(図6の(B)参照)。

【0044】[工程-250] 次いで、 $O_2$ プラズマエッチングにて開口部内のレジストを除去した後、異方性エッチングによって、開口部の底部16Aにある核成長抑止層26を除去する(図6の(C)参照)。

【0045】以上の工程によって、開口部の底部16Aにおいては、導体材料(本実施例においてはタングステン)から成る核成長促進層22が露出する。この核成長促進層22が存在するので、CVD法によってメタルプラグ材料を堆積させるとき、メタルプラグ材料をかかると核成長促進層22上に容易に形成することができる。開口部の側壁16Bには、内側に核成長促進層22が、外側には核成長抑止層26が形成されている。それ故、CVD法によってメタルプラグ材料を堆積させるとき、開口部の側壁16Bからのメタルプラグ材料の核成長を抑止することができる。尚、異方性エッチング時生じた副生成物は、希フッ酸洗浄にて除去することが望ましい。

【0046】[工程-260] 次に、開口部16をメタルプラグ材料で選択的にCVD法にて埋め込む。メタルプラグ材料はタングステンから成る。CVDの条件は、例えば、 $WF_6/SiH_4/H_2/Ar=10/7/1000/10sccm$ とし、温度260°C、圧力26Paとすることができる。これによってコンタクトホールが完成する。

【0047】開口部の底部16Aには、スパッタリングによってタングステンから構成された導体材料から成る核成長促進層22が露出している。それ故、開口部の底

部は直接 $WF_6$ と接触することがなく、不揮発性のチタンフッ化物が生成されることがない。しかも、メタルプラグ材料の核が、核成長促進層22上で容易に形成される。更には、開口部の側壁16Bは絶縁材料から成る成長抑止層26にて被覆されているので、メタルプラグ材料の核が開口部の側壁にて形成し始めることはない。

【0048】実施例-3では、本発明の第2の態様をコンタクトホール形成に適用する場合を説明したが、本発明の第2の態様を、実施例-2にて説明したビアホールの形成にも適用できる。

【0049】以上の実施例においては、導体材料としてタングステンを使用した。代わりにタングステンシリサイドを使用することもできる。また、核成長促進層を複数の層から構成することができる。この場合、例えば、チタン(Ti)、チタンシリサイド( $TiSi_x$ )、チタンタングステン( $TiW$ )等のチタン系の導体材料から成る層を内側層とし、タングステン(W)、タングステンシリサイド( $WSi_x$ )等のタングステン系の導体材料から成る層を外側層とすることが必要である。

【0050】メタルプラグ材料として、タングステンのみならず、タングステンシリサイド、チタン、チタンシリサイドを使用することができる。

【0051】各工程における加工条件は例示であり、本発明の方法の実施に使用する装置等に依存する。

【0052】

【発明の効果】本発明においては、開口部の底部には導体材料から成る核成長促進層が形成され、開口部の側壁には絶縁材料から成る核成長抑止層が形成される。それ故、開口部をメタルプラグ材料で選択的に埋め込むとき、メタルプラグ材料の核は核成長促進層上で形成され成長する。開口部の側壁は核成長抑止層で被覆されているので、側壁でのメタルプラグ材料の核形成及び核成長は抑制される。その結果、開口部内に形成されたメタルプラグにボイドが発生することを極めて効果的に防止することができ、コンタクト抵抗の低下、配線の高信頼性を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例-1で説明した方法の各工程を示すための半導体素子の模式的な部分断面図である。

【図2】図1に引き続き各工程を示すための半導体素子

の模式的な部分断面図である。

【図3】メタルプラグが形成された接続孔を示す半導体素子の模式的な部分断面図である。

【図4】本発明の実施例-2で説明した方法の工程の一部分を示すための半導体素子の模式的な部分断面図である。

【図5】本発明の実施例-3で説明した方法の各工程を示すための半導体素子の模式的な部分断面図である。

【図6】図5に引き続き各工程を示すための半導体素子の模式的な部分断面図である。

【図7】従来技術により形成されたメタルプラグを示す半導体素子の模式的な部分断面図である。

【図8】従来のメタルプラグ形成方法の各工程を示すための半導体素子の模式的な部分断面図である。

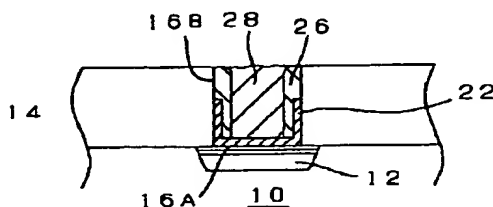
【図9】従来のメタルプラグ形成方法の図8に続く各工程を示すための半導体素子の模式的な部分断面図及び部分平面図である。

【図10】従来のメタルプラグ形成方法によって形成されたコンタクトホールを示すための半導体素子の模式的な部分断面図である。

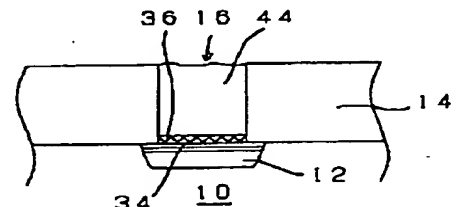
【符号の説明】

- 10 半導体基板
- 12 拡散層
- 14 層間絶縁層
- 16 開口部
- 16A 開口部の底部
- 16B 開口部の側壁
- 18 レジスト
- 20 導体材料
- 22 核成長促進層
- 24 絶縁層
- 26 核成長抑止層
- 28 メタルプラグ材料
- 30 第1の配線層
- 32 配線層
- 34 下地
- 36  $TiF_3$
- 38  $TiW$ 膜
- 40 ボイド
- 42 タングステン
- 44 タングステンプラグ

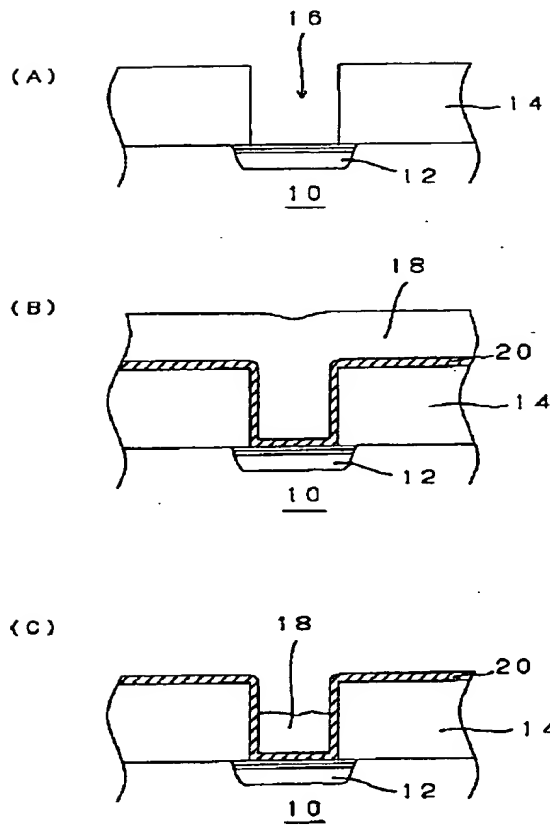
【図3】



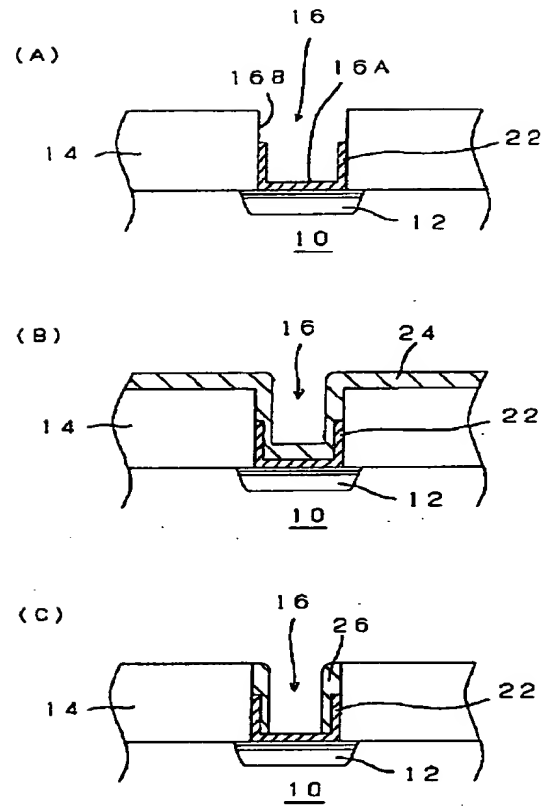
【図7】



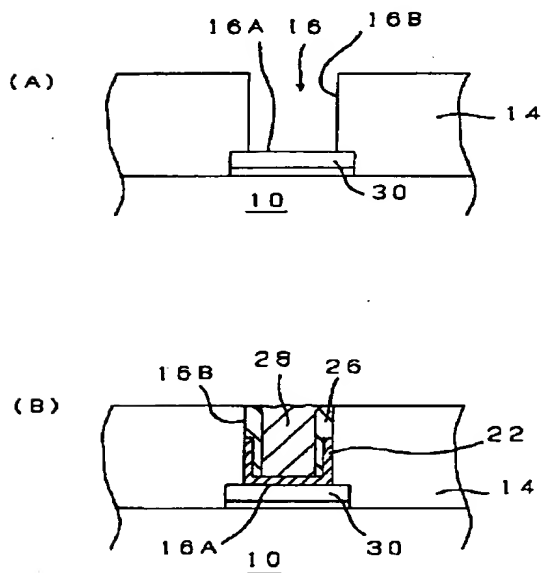
【図1】



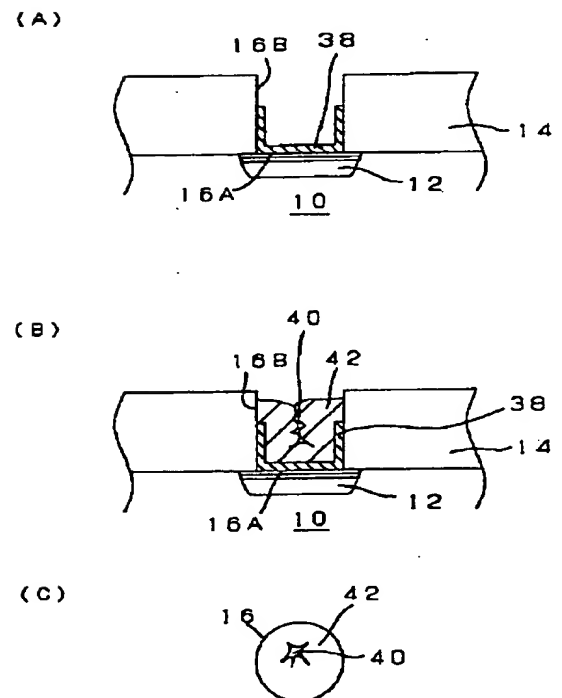
【図2】



【図4】

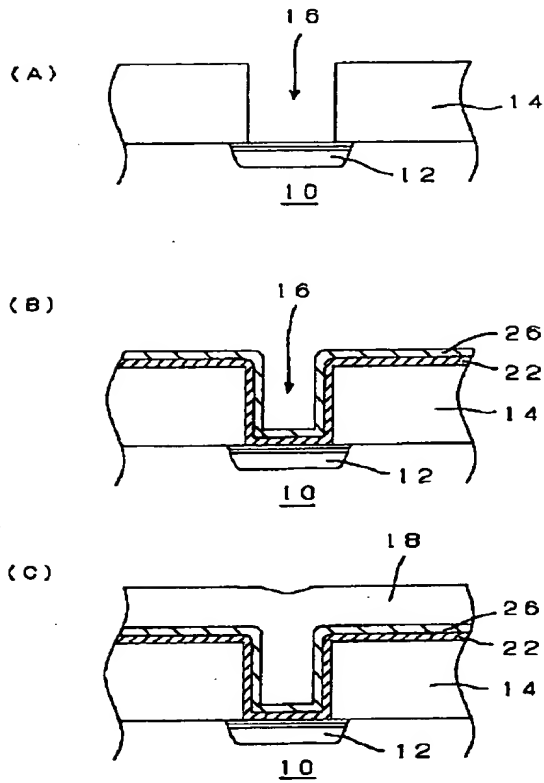


【図9】

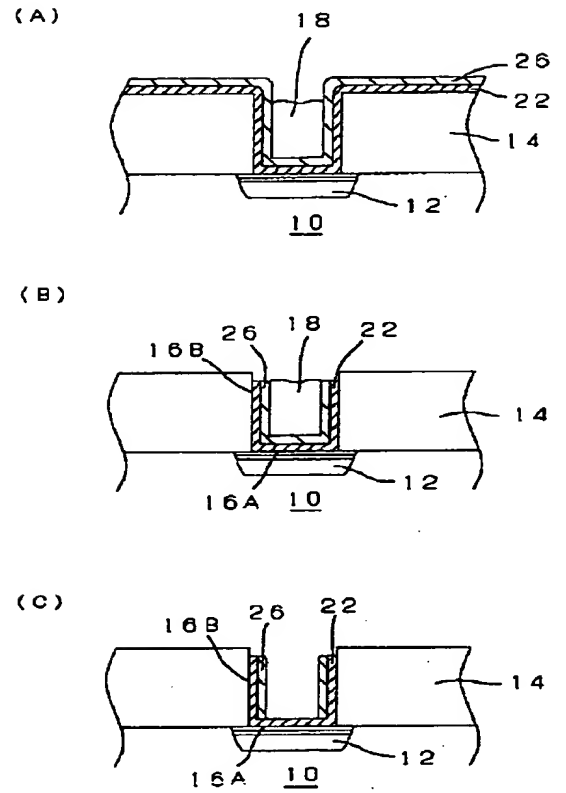




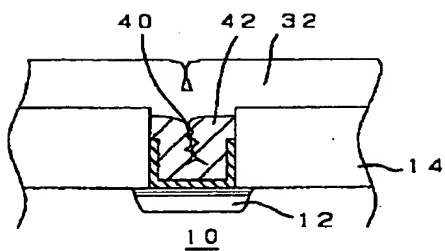
【図5】



【図6】



【図10】



【図8】

